

PERUBAHAN KARAKTERISTIK BIOKIMIA FERMENTASI TEMPOYAK MENGUNAKAN *Pediococcus acidilactici* PADA TIGA TINGKAT KONSENTRASI GULA

Biochemical Characteristic Change of Tempoyak Fermentation with *Pediococcus acidilactici* on
Three Levels of Sugar Concentrations

Neti Yuliana¹

ABSTRAK

*Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan karakteristik biokimia fermentasi tempoyak dengan *Pediococcus acidilactici* sebagai kultur starter pada tiga tingkat konsentrasi gula (0%; 2,5% dan 5%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi gula sampai dengan 5% belum mempengaruhi perubahan karakteristik biokimia tempoyak (pH, total asam, total gula reduksi). Namun demikian konsentrasi gula berpengaruh terhadap total individu komponen asam organik (asam laktat dan asam asetat). Sebaliknya, perubahan karakteristik biokimia (pH, total asam, total gula reduksi) tempoyak sangat dipengaruhi oleh lama fermentasi, yaitu semakin lama fermentasi, pH dan gula reduksi semakin menurun, sedangkan total asam meningkat.*

Kata kunci: tempoyak, *Pediococcus acidilactici*

ABSTRACT

*This study was carried out to evaluate the biochemical characteristics of tempoyak inoculated with *Pediococcus acidilactici* as starter culture at three levels of sugar concentrations (0%, 2.5% and 5%). Results revealed that addition of sugar until 5 % did not influenced the microbe total, pH, acidity and reducing sugar of tempoyak. The length of fermentation mostly influenced these characteristics. Nevertheless, number of individual organic acid expressed as lactic and acetic acid was influenced by addition of sugar.*

Keywords: tempoyak, *Pediococcus acidilactici*.

PENDAHULUAN

Tempoyak merupakan salah satu produk olahan buah durian yang umumnya dibuat secara -industri rumahan ketika ada kelebihan durian atau durian yang berkualitas jelek untuk dikonsumsi segar. Untuk menghasilkan tempoyak, daging buah durian ditambahkan sejumlah garam dan difermentasi dalam wadah tertutup (Irwandi dan Che-Man, 1996; Morton, 1987; Battcock dan Ali, 1998; Gandjar, 2000). Penambahan garam dimaksudkan untuk menarik air dan bahan gizi dari jaringan

bahan yang difermentasi, yang akan digunakan sebagai substrat untuk pertumbuhan bakteri yang terlibat dalam fermentasi. Mikroba yang aktif selama fermentasi tempoyak adalah bakteri Gram positif yang menghasilkan asam (Halim, 1985) yang merupakan kelompok bakteri asam laktat (Ohhira, 1999; Nurainy 1991; Leisner dkk., 2001; Leisner dkk., 2002; Yuliana, 2004 dan Wirawati, 2004)

¹Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl Sumantri Brojonegoro No 1 Bandar Lampung
Alamat surat menyurat: netiyuliana@yahoo.com

Walaupun BAL dilaporkan ditemukan pada tempoyak, penggunaan inokulum bakteri asam laktat sebagai starter tempoyak belum dilakukan di masyarakat. Umumnya pembuatan tempoyak dilakukan tanpa penambahan inokulum murni atau fermentasi secara spontan. Fermentasi spontan memberi kemungkinan tumbuhnya mikroba yang tidak diinginkan yang dapat bersifat toksik ataupun flavour yang tidak dikehendaki. Penelitian Yuliana (2005) menunjukkan *Bacillus* sp dapat tumbuh pada fermentasi durian secara spontan. Adanya *Bacillus* dan yeast pada produk tempoyak juga pernah dilaporkan oleh Steinkraus (1983). Dewayani (1997) menemukan beberapa populasi khamir dari tempoyak yang berasal dari produsen tempoyak di kecamatan Tanjung Agung. Adanya khamir juga diteliti oleh Rahmawati (1997) pada tempoyak yang diproduksi oleh tiga produsen di Palembang. Penelitian Ekowati (1998) menemukan 3 isolat khamir, serta 5 isolat jamur yang terdiri dari *Aspergillus niger* dan *Penicillium* pada tempoyak yang difermentasi spontan selama 15 hari. Oleh karenanya upaya pembuatan tempoyak secara terkontrol dengan penambahan inokulum murni perlu dikembangkan.

Penggunaan inokulum murni pada suatu proses fermentasi akan mengurangi kontaminasi karena keberadaannya yang dominan di awal fermentasi akan menekan pertumbuhan mikroorganisme kontaminan. Penghambatan mikroorganisme kontaminan oleh bakteri asam laktat sebagai inokulum sangat signifikan pada fermentasi olive, ikan makarel, dan silase jagung (Leal-Sanchez, 2003; Yin dkk., 2002; Driehuis dkk., 1999). Pada tempoyak, Yuliana dkk., (2005) telah melakukan ujicoba produksi tempoyak secara terkontrol menggunakan starter bakteri asam laktat (*Pediococcus acidilactici*). Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan inokulum pada pembuatan tempoyak dapat memperbaiki karakter tempoyak secara mikrobiologi, yaitu total BAL lebih banyak dan tumbuhnya kontaminan (non-bakteri asam laktat) dapat dicegah. Penambahan inokulum juga terbukti membuat waktu fermentasi tempoyak menjadi lebih singkat yaitu 2-4 hari (Veramonika, 2005; Yuliana dkk., 2005) dari umumnya 7- 10 hari.

Namun demikian, aplikasi inokulum *Pediococcus acidilactici* menghasilkan tempoyak yang sangat asam dengan total asam akhir fermentasi rata-rata 23,85 mg/g berat kering. Untuk mengimbangi rasa asam ini, perlu ditambahkan sejumlah gula pada saat pembuatannya. Beberapa resep pembuatan tempoyak di masyarakat disebutkan adanya penambahan sedikit gula untuk menghasilkan rasa yang lebih baik. Tempoyak yang disenangi panelis umumnya mempunyai rasa yang agak asam, warna cerah serta masih mempunyai aroma yang khas durian dan tidak berair (Veramonika, 2005; Yusmairidal dkk., 1998).

Gula yang ditambahkan pada proses fermentasi tempoyak akan digunakan oleh bakteri asam laktat sebagai sumber energi

dan karbon sebelum menggunakan karbohidrat yang terdapat secara alamiah pada daging buah durian. Di sisi lain, penambahan gula yang terlalu berlebihan dapat menghambat pertumbuhan bakteri asam laktat itu sendiri, yang pada penelitian tempoyak ini belum diketahui jumlahnya. Dengan demikian, penambahan gula pada tempoyak akan mempengaruhi proses fermentasi dan pada akhirnya akan mempengaruhi karakteristik biokimia tempoyak yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi perubahan biokimia tempoyak yang diberi gula (sukrosa) pada tempoyak yang difermentasi dengan *Pediococcus acidilactici*. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa bakteri ini mampu mengkonversi sukrosa menjadi asam laktat (Yuliana, 2004). Selain itu, penambahan sumber nutrisi seperti sukrosa diharapkan memungkinkan pembentukan produk fermentasi dengan laju maksimum. Proses fermentasi dalam pengolahan tempoyak merupakan fermentasi yang berlandaskan pada media semipadat, yang didasarkan pada pembentukan ekosistem dengan atau penambahan larutan nutrisi. Salah satu kelemahan media semi padat adalah penggunaan substrat yang tidak efisien.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium Mikrobiologi dan laboratorium Kimia-Biokimia Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bahan yang digunakan adalah daging buah durian, *Pediococcus acidilactici*, garam dapur beryodium dan gula pasir, bahan-bahan untuk analisis: aquades, *phenolphthalein*, NaOH 0,1 N, reagen Nelson, reagen arsenomolybdat, larutan NaCl fisiologis 0,85%, Man Rogosa Sharpe (MRS) broth, dan Man Rogosa Sharpe (MRS) agar.

Alat-alat yang digunakan terdiri dari timbangan analitik, oven, centrifuge, glass jar, plastik wadah es krim, spektrometer (spectronik 20), pH meter, pemanas listrik, otoklaf (model HA-30, Tokyo Hirayama), tabung reaksi, vortex, biuret, dan alat-alat gelas penunjang.

Rancangan Percobaan

Percobaan disusun secara faktorial dalam rancangan acak kelompok dengan tiga kelompok percobaan. Perlakuan terdiri dari dua faktor, yaitu konsentrasi gula yang terdiri dari 3 taraf: 0%, 2,5% , dan 5%, dan lama fermentasi yang terdiri dari 4 taraf yaitu 0 hari, 2 hari, 4 hari dan 6 hari. Data hasil penelitian dianalisis dengan sidik ragam untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antar perlakuan.

Persiapan Starter

Kultur stok diambil 1 ose, ditumbuhkan dalam media MRS Broth 10 ml, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam, sehingga diperkirakan jumlah inokulum

mencapai 10^8 cfu/ml. MRS Broth tersebut diambil sebanyak 3 ml, lalu ditumbuhkan ke dalam media MRS Broth sebanyak 100 ml kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 15-18 jam sampai OD (optical density) mencapai 2,68 sehingga diperoleh inokulum sejumlah 10^6 cfu/ml (berdasarkan penelitian pendahuluan pada kultur yang sama sebelumnya). Setelah itu diambil sebanyak masing-masing 4 ml yang dimasukkan ke dalam tabung ulir kecil sebanyak 12 tabung. Kemudian tabung tersebut disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Supernatan kemudian dibuang dan suspensi pekat sel digunakan sebagai kultur pada pembuatan tempoyak.

Pembuatan Tempoyak

Sebanyak 80 gram daging buah durian untuk masing-masing perlakuan dimasukkan ke dalam wadah plastik dan ditaburi garam (yang telah dioven pada suhu 100°C) sebanyak 5% (b/b). Campuran kemudian ditambahkan inokulum *Pediococcus acidilactici* 5% (v/b) dan gula (sukrosa) dengan konsentrasi 0%, 2,5%, dan 5% (b/b) lalu diaduk sampai semua bahan tercampur merata, kemudian wadah ditutup rapat dan difermentasi pada suhu kamar.

Evaluasi Biokimia Tempoyak

Evaluasi biokimia dilakukan pada hari ke 0, 2, 4, dan 6 hari fermentasi yang meliputi pH dan total asam (AOAC, 2000), total gula reduksi menggunakan metode Nelson-Somogyi (Sudarmadji dkk., 1984) dan individu asam organik yang terdiri dari total asam laktat dan asetat dengan HPLC mengikuti metode Kim dan Shon (2001). Kondisi dan program pengaturan HPLC (Shimadzu L3R HPLC) sebagai berikut: kolom intersil ODS 2 5 mm(4,6 mm x 250 mm), detector UV

– 210 nm, program aliran isokratik, laju aliran 0,85 ml/menit, fase mobil cairan H_2SO_4 0,005 M + metanol , HPLC grade (90:10), volume sampel 20 mikroliter, tekanan maksimum 200 kg/cm², dan tekanan minimum 0 kg/cm². Puncak area dari masing-masing asam organik dihitung dengan sistem data stasiun integrator HPLC. Organik standar yang digunakan adalah asam asetat dan asam laktat dengan waktu retensi untuk asam asetat 6,178 menit dan asam laktat 5,692 menit.

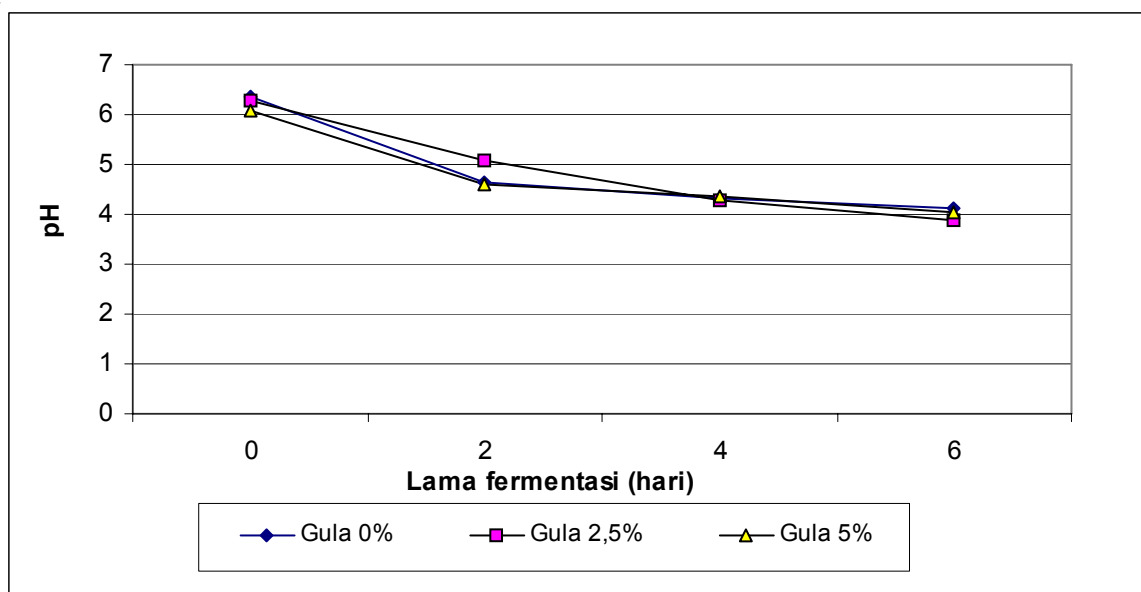
Pengamatan pH, total asam dan gula reduksi tidak hanya dilakukan terhadap tempoyak hasil penelitian tetapi juga terhadap tempoyak yang diperoleh dari pasar sebagai pembandingan. Sebagai data pendukung, juga dilakukan pengamatan terhadap total bakteri asam laktat (BAL) pada media MRS agar di awal dan akhir fermentasi menggunakan metode hitungan cawan (Harrigan, 2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

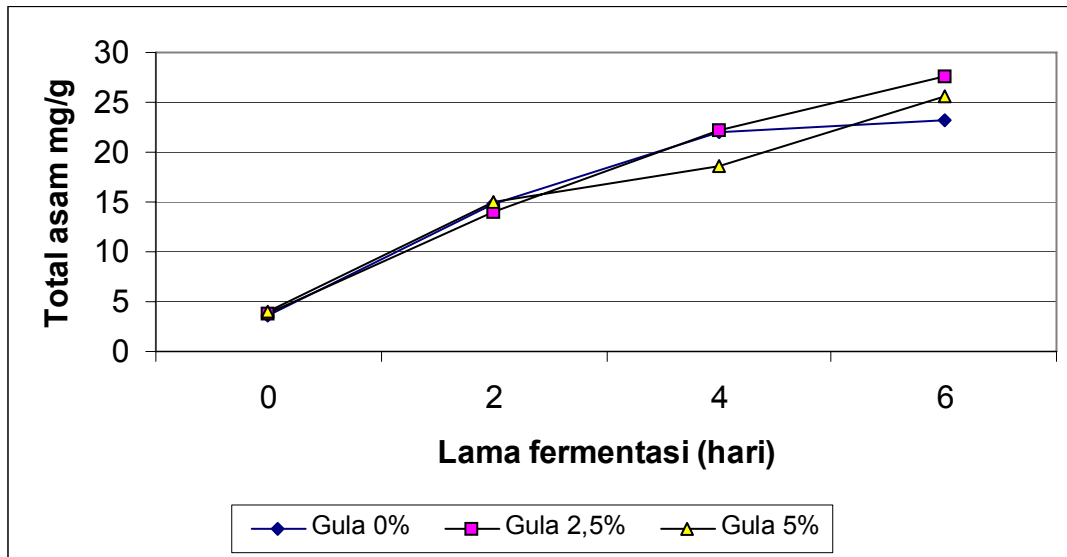
pH dan Total Asam

Konsentrasi gula tidak berpengaruh terhadap pH dan total asam tempoyak; tetapi lama fermentasi berpengaruh sangat nyata terhadap pH dan total asam tempoyak, yaitu semakin lama fermentasi pH tempoyak menurun dan total asam meningkat.

Hubungan lama fermentasi terhadap pH tempoyak disajikan pada Gambar 1. Semakin lama waktu fermentasi pH tempoyak yang dihasilkan semakin rendah seiring dengan meningkatnya total asam tempoyak yaitu rata-rata 3,79 mg asam malat/g berat kering menjadi rata-rata 23,94 mg asam malat/g berat kering (Gambar 2).



Gambar 1. Hubungan lama fermentasi terhadap pH tempoyak



Gambar 2. Hubungan lama fermentasi dan total asam pada tempoyak

Peningkatan total asam selama fermentasi sangat berkaitan dengan meningkatnya bakteri asam laktat (Tabel 1), mikroba dominan pada fermentasi tempoyak, yang pada penelitian ini didominasi oleh kultur yang ditambahkan yaitu *Pediococcus acidilactici*. Selama pertumbuhannya, bakteri tersebut menggunakan sumber karbohidrat (gula) dan mengubahnya menjadi asam-asam organik. Akumulasi asam yang dihasilkan selama proses fermentasi dari hari ke 0 sampai hari ke 6 menyebabkan penurunan pH dari sekitar 6,24 menjadi rata-rata 4,03.

TABEL 1. PERUBAHAN TOTAL BAKTERI ASAM LAKTAT (CFU/G) PADA FERMENTASI TEMPOYAK

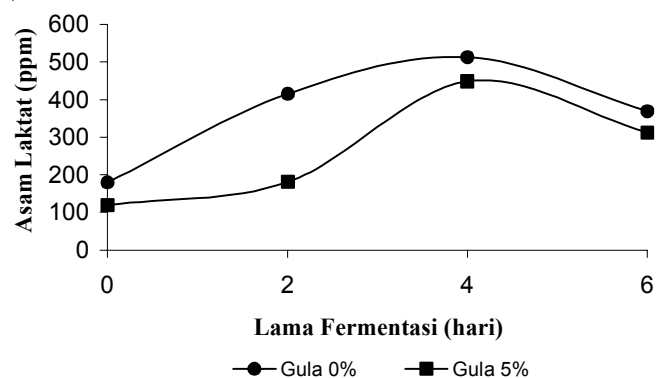
Perlakuan	0 hari (awal fermentasi)	6 hari (akhir fermentasi)
Gula 0%	$2,3 \times 10^7$	$2,8 \times 10^8$
Gula 2,5%	$1,4 \times 10^7$	$7,1 \times 10^8$
Gula 5%	$7,6 \times 10^7$	$2,3 \times 10^8$

Pada penelitian ini dihasilkan produk tempoyak dengan pH akhir antara 3,9-4,14. Nilai ini sedikit lebih rendah dari pH tempoyak yang dilaporkan para peneliti. Tempoyak yang beredar di daerah Palembang memiliki pH antara 4,22-5,55 (Dewayani, 1997; Rahmawati, 1997). Widayatsih (2003) melaporkan pH tempoyak yang dicampur dengan pisang dan ubi kayu memiliki pH 4,28-5,01, sedangkan kontrol yang dianalisis didapat dari pasar di Lampung memiliki pH rata-rata 3,65. Merican (1977) melaporkan tempoyak yang diproduksi di Malaysia memiliki pH 3,8-4,6. Damayanti (2001) juga melaporkan pH pada media ekstrak durian selama fermentasi 12 hari berkisar antara 4,74-4,23.

Tempoyak hasil penelitian ini memiliki kandungan akhir berkisar antara 21,74-27,57 mg asam malat/g berat kering. Beberapa peneliti melaporkan total asam tempoyak sebagai asam asetat sebesar 3,6% (Merican, 1977), atau sebagai asam laktat dari 0,16%-10,83% (Dewayani, 1997; Rahmawati, 1997; Romlah, 1993 dan Damayanti, 2001). Tempoyak Lampung diambil sebagai pembanding dalam penelitian ini memiliki kandungan total asam 22,50 sebagai mg asam malat/g berat kering.

Asam Asetat dan Asam Laktat

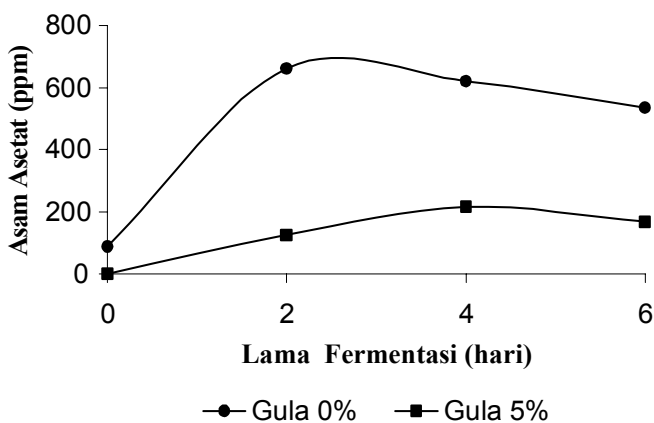
Analisis asam asetat dan laktat dengan metode HPLC dilakukan terhadap tempoyak dengan perlakuan konsentrasi gula 0% dan 5%. Dengan perbandingan 0 dan 5% diharapkan telah dapat memberikan informasi perubahan asam organik individu tempoyak yang diberi dan tidak diberi gula (sukrosa). Hubungan lama fermentasi dengan asam laktat dan asam asetat pada konsentrasi gula 0% dan 5% masing-masing disajikan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Hubungan lama fermentasi dan asam laktat pada konsentrasi gula 0% dan 5%

Gambar 3 dan 4 menunjukkan penambahan konsentrasi gula 5% menghasilkan tempoyak yang memiliki asam laktat dan asetat yang lebih rendah dibandingkan dengan tanpa penambahan gula. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan gula berpengaruh terhadap individu asam organik yang dihasilkan walaupun data sebelumnya menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan keasaman (total asam tertitrasi) antara kedua perlakuan. Pada total asam tertitrasi, yang dihitung adalah seluruh asam organik komponen tempoyak tersebut. Selain asam asetat dan asam laktat, bakteri asam laktat juga dapat memproduksi asam-asam organik lainnya seperti asam malat, dan sedikit asam butirat dan propionat yang memberi kontribusi pada nilai total asam. *Pediococcus acidilactici* yang digunakan sebagai kultur pada penelitian ini termasuk kelompok heterofermenter sehingga diduga menghasilkan banyak variasi asam organik sebagai metabolitnya. Hasrul (2001) melaporkan pada ekstrak buah durian yang difermentasi oleh bakteri asam laktat (strain tidak diketahui) menghasilkan asam laktat 0,26%, asam asetat 0,29%, asam butirat 0,01%, dan asam propionat 0,02%. Sementara pada tempoyak yang difermentasi spontan yang dianalisis Yuliana (2005) terdapat sebagian besar asam malat, asam laktat, dan sedikit asam asetat.

Perbedaan kuantitas asam laktat dan asam asetat antara tempoyak yang diberi dan tidak diberi gula, diduga disebabkan oleh perbedaan jenis dan kuantitas asam organik yang dihasilkan selama fermentasi tempoyak. Perbedaan jenis dan kuantitas asam organik, selain dipengaruhi oleh strain BAL juga dipengaruhi oleh komposisi media pertumbuhannya. Dengan menganalogi pada penelitian Liu dan Lin (2000), perbedaan kandungan gula pada tempoyak diduga menyebabkan stimulasi aktivitas enzim tertentu dan sekaligus menekan aktivitas enzim lainnya pada jalur produksi asam organik, sehingga berakibat pada perbedaan kandungan asam organik yang dihasilkan. Liu dan Lin (2005) menganalisa pengaruh penambahan 1% sukrosa pada fermentasi bakteri asam laktat



Gambar 4. Hubungan lama fermentasi dan asam asetat pada konsentrasi gula 0% dan 5%

pada produk kefir, hasilnya menunjukkan bahwa terjadi stimulasi aktivitas enzim beta-galaktosidase dan supresi enzim alfa-galaktosidase yang berakibat pada perbedaan konsentrasi asam laktat dan etanol pada kefir. Pada penelitian tempoyak ini dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk menjelaskan hipotesis tersebut.

Pada konsentrasi gula 0% pada hari ke 0 fermentasi, kandungan asam asetat sebesar 174,3 ppm kemudian meningkat pada hari ke 2 menjadi 660,8 ppm, akan tetapi pada hari ke 4 dan ke 6 kandungan asam asetat semakin menurun menjadi 619,9 dan 534,9 ppm. Selanjutnya untuk kandungan asam laktat pada hari ke 0 sebesar 199,9 ppm, lalu pada hari ke 2 dan ke 4 meningkat menjadi 415,8 ppm dan 513,03 ppm, lalu menurun kembali pada hari ke 6 menjadi 369,7 ppm.

Pada tempoyak dengan penambahan konsentrasi gula 5%, pada hari ke 0 tidak terdapat kandungan asam asetat, tetapi pada hari ke 2 terdapat asam asetat sebesar 248,09 ppm dan meningkat menjadi 429,9 ppm pada hari ke 4 dan pada hari ke 6 kandungan asam asetat menurun menjadi 334,9 ppm. Untuk kandungan asam laktat pada hari ke 0 sebesar 119,8 ppm, lalu pada hari ke 2 dan ke 4 meningkat menjadi 180,9 ppm dan 448,9 ppm, lalu menurun kembali pada hari ke 6 menjadi 312,6 ppm. Telah terjadinya perbedaan nilai pada hari ke 0 fermentasi untuk kedua perlakuan diduga karena telah berlaku perbedaan perlakuan konsentrasi gula (0 dan 5%). Walaupun fermentasi pada tempoyak dinyatakan sebagai hari ke 0, namun pengamatan kandungan asam organik ini baru dapat dilaksanakan setelah beberapa jam dari awal fermentasi. Diduga telah terjadi proses fermentasi selama beberapa jam, akibat persiapan preparasi dan pengamatan parameter lainnya yang tidak dapat ditunda.

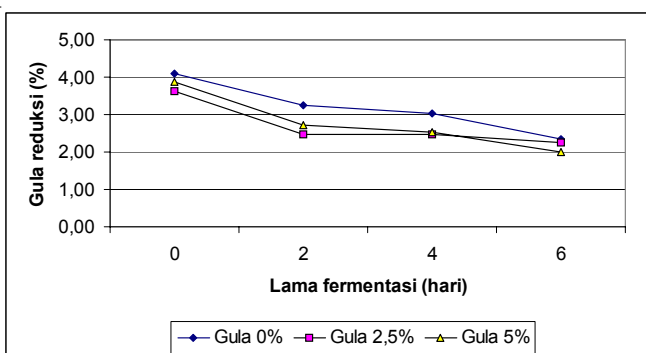
Peningkatan produksi asam laktat pada hari ke 2 dan ke 4 fermentasi dan asam asetat pada hari ke 2 fermentasi mengindikasikan bahwa aktivitas bakteri *Pediococcus acidilactici* pada hari tersebut mencapai fase pertumbuhan logaritmik. Hal ini dimungkinkan, karena sejak awal fermentasi jumlah inokulum yang ditambahkan telah mencapai 10^7 cfu/g (Tabel 1) sehingga fase adaptasi terjadi sangat singkat dan fase logaritmik cepat terjadi. Penelitian Yuliana (2004) pada tempoyak dengan strain yang sama juga menunjukkan pola peningkatan jumlah asam organik volatil (asam asetat) dan non volatil (asam laktat) yang diukur dengan metode titrasi dari hari ke 0 sampai hari ke 4 fermentasi.

Kadar Gula Reduksi

Konsentrasi gula tidak berpengaruh terhadap total gula reduksi tempoyak. Ketidakberbedaan pengaruh konsentrasi gula tersebut diduga karena laju konsumsi gula yang dilakukan oleh bakteri asam laktat lebih rendah dibandingkan dengan penambahan gula dari degradasi karbohidrat oleh enzim pada durian selama fermentasi. Oleh karenanya, penambahan

konsentrasi gula sampai taraf 5% tidak memberikan pengaruh terhadap total gula reduksi. Fermentasi tempoyak yang tidak disertai panas memungkinkan enzim yang terdapat dalam daging durian tetap aktif. Karbohidrat yang terkandung di dalam daging durian sebesar 30%, yang terdiri dari 1/3 bagian pati dan 2,70% sampai 4,79% gula reduksi (Brown, 1997). Menurut Ketsa dan Pangkool (1995), selama pematangan buah durian terjadi penurunan berat buah, pelunakan jaringan, penurunan kandungan pati bersamaan dengan peningkatan total padatan, total gula dan beta-carotene.

Lama fermentasi berpengaruh secara linier terhadap gula reduksi tempoyak. Pada fermentasi hari ke 0 kandungan total gula reduksi sebesar 3,86%, kemudian menurun pada hari ke 6 fermentasi menjadi 2,19%.



Gambar 5. Hubungan lama fermentasi dan total gula reduksi tempoyak

Pada Gambar 5 terlihat semakin lama fermentasi, kandungan total gula reduksi pada tempoyak semakin menurun. Penurunan gula reduksi terjadi karena banyaknya gula reduksi yang dipergunakan untuk pertumbuhan mikroba selama fermentasi. Hal ini terlihat dari semakin meningkatnya jumlah mikroba BAL dari $1,4 \times 10^7$ cfu/g menjadi $7,1 \times 10^8$ cfu/g selama penelitian (Tabel 1). Mikroba utama pada fermentasi tempoyak ini adalah *Pediococcus acidilactici*, yang merupakan kelompok BAL yang menggunakan gula sebagai sumber energi dengan hasil utama berupa asam laktat, dan asam asetat.

Tempoyak hasil penelitian ini memiliki kandungan rata-rata total gula reduksi akhir 2,18%, yang tidak berbeda dengan hasil penelitian Damayanti (2001). Sementara Nurainy (1991) melaporkan bahwa tempoyak yang difermentasi selama 8 hari menurunkan kandungan gula reduksi dari 12,33% menjadi 6,67%. Damayanti (2001) melaporkan penurunan kandungan glukosa awal fermentasi tempoyak dari 3,492% menjadi 2,965%, sedangkan fruktosa turun dari 0,34% menjadi 0,287%. Rahmawati (1997) menyatakan bahwa tempoyak Palembang yang difermentasi selama 7 hari mengalami penurunan total gula reduksi dari 12,02% menjadi 2,40%.

KESIMPULAN

Penambahan konsentrasi gula sampai 5% belum mempengaruhi perubahan karakteristik biokimia tempoyak (pH, total asam, total gula reduksi). Namun demikian konsentrasi gula berpengaruh terhadap total individu komponen asam organik (asam laktat dan asam asetat). Sebaliknya, perubahan karakteristik biokimia (pH, total asam, total gula reduksi) tempoyak sangat dipengaruhi oleh lama fermentasi, yaitu semakin lama fermentasi, pH dan gula reduksi semakin menurun, sedangkan total asam meningkat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada TPSDP-Unila Batch 1-2005 yang telah membiayai penelitian ini dan saudara Murhadi, Fera Juniar atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of Chemistry*. The Association of Official Analytical Chemist, Chapter 28. Washington DC. Association of Official Analytical Chemist.
- Battcock, M. dan Ali, S.A. (1998). *Fermented fruits and vegetables, a global perspective*. FAO Agric. Services Bulletin. No. 134. Rome Italy.
- Brown, M.J. (1997). *Durio, A Bibliographic Review*. APO International Plant Genetic Resources Institute. New Delhi.
- Damayanti, N.E. (2001). Perubahan kadar gula pada media ekstrak buah durian (*Durio zibethinus*, Murr) yang difermentasi oleh isolat bakteri asam laktat. Skripsi. MIPA. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Dewayani, N. (1997). Telaah kandungan senyawa kimia dan mikrobiologi tempoyak. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Driehuis, F., Elfrink, O.S.J.W.H dan Spoelstra, S.F. (1999). Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. *Journal of Applied Microbiology* 87: 583-594.
- Ekowati, C.N. (1998). Mikroflora pada fermentasi daging buah durian (tempoyak). *Jurnal Sains dan Teknologi Edisi khusus Desember 1999*: 21-23.
- Gandjar, I. (2000). Fermentations of the far east. Dalam: Robinson, R.K., Batt,C.A., dan Patel,P.D.(ed). *Encyclopedia of food microbiology*, Vol 2. Academic Press, New York, London, hal 767-773

- Halim, D. (1985). Mempelajari Perubahan Kimia dan Mikrobiologi Selama Fermentasi Tempoyak. Skripsi. IPB, Bogor.
- Harrigan, W.F. (2000). *Laboratory Methods in Food Microbiology*. Academic Press. San Diego.
- Hasrul, S. (2001). Pembentukan asam organik oleh isolat bakteri asam laktat pada media ekstrak daging buah durian (*Durio Zibethinus*, Murr). Skripsi. Universitas Lampung.
- Irwandi, dan Che-Man, Y.B (1996). Durian leather: developments, properties and storage stability. *J. Food Quality* 19: 439-489.
- Ketsa, S dan Pangkool, S. (1995). The effect of temperature and humidity on the ripening of durian fruits. *J. Horti.Science* 70: 827-831
- Kim, H.J., and Sohn, K.H. (2001). Flavour compounds of dongchimi soup by different fermentation temperature and salt concentration. *Food Sci Biotechnol* 10: 236-240.
- Leal-Sanchez, M.V., Ruiz-Barba, J.L., Sanchez, H., Rejano, L., Jimenez-Diaz, R. dan Garrido, A. (2003). Fermentation profile and optimization of green olive fermentation using *Lactobacillus plantarum* LPC010 as starter culture. *Int. J. Food Microbiology* 2: 421-430.
- Leisner, J.J., M. Vancanneyt, K. Lefebvre, K. Vandemeulebroeck, B. Hoste, N. Euras Vilalta, G. Rusul dan J. Swings. (2002). *Lactobacillus durianis* sp nov., isolated from an acid-fermented condiment (tempoyak) in Malaysia. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 52: 927-931.
- Leisner, JJ, M Vancanneyt, M. Rusul, G. Pot, B., Lefebvre, K., Fresi, A dan Tee, L.K. (2001). Identification of lactic acid bacteria constituting the predominant microflora in an acid-fermented condiment (tempoyak) popular in Malaysia. *Int. J. Food. Microbiology* 63: 149-157.
- Liu, J-R dan Lin, C-W. (2000). Production of kefir from soymilk with or without added glucose, lactose or sucrose. *Journal of Food Science*. 65: 716-719.
- Merican, Z. (1977). Malaysian tempoyak. Symposium on indigenous fermented foods, Bangkok, Thailand. *Dalam: Steinkraus K.H., R.E. Cullen, C.S. Pederson, L.F. Nellis dan Gavitt, B.K (ed). Handbook of Indigenous Fermented Foods* 1983. Marcel Dekker, Inc. New York, hal 669.
- Morton, J. (1987). Durian. *Dalam: Morton, J.F (ed). Fruit of warm climates*. Miami, Florida, hal 287-291
- Nurany, F. (1991). Aspek kimia dan mikrobiologi fermentasi tempoyak. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. UGM. Yogyakarta.
- Ohhira, I. (1999). Properties of lactic acid bacteria from fermented foods. www.pjbs.org. [15 Maret 2002].
- Rahmawati, N.I. (1997). Karakteristik mikrobiologi dan analisis kimia selama proses pembuatan tempoyak secara tradisional. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Romlah. (1993). Pembuatan tempoyak secara bioteknologi. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Steinkraus, K.H., R.E. Cullen, C.S. Pederson, L.F. Nellis dan B.K. Gavitt. (1983). *Handbook of Indigenous Fermented Foods*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Sudarmadji S., H. Bambang, dan Suhardi. (1984). *Prosedur analisa untuk bahan makanan dan pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Veramonika, F. (2005). Karakter tempoyak yang diinokulasi dengan *Pediococcus acidilactici*. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
- Widayatsih, T. (2003). Mutu tempoyak berbahan dasar durian campuran dengan pisang ambon atau tapai ubi kayu dengan dan tanpa kemasan fleksibel. Tesis Master. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Wirawati, C.U. (2004). Skrining bakteri asam laktat dari tempoyak sebagai kandidat probiotik. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian* 8 (1): 1-8.
- Yin, L-J., Pan, C-L., dan Jiang, S-T. (2002). Effect of lactic acid bacterial fermentation on the characteristics of minced mackarel. *Journal of Food Science* 67(2):786-792.
- Yuliana, N. (2004). Biochemical changes in fermented durian (*Durio zibethinus* Murr). Dissertation. UPLB. Laguna Philippine.
- Yuliana, N. (2005). Identifikasi bakteri bukan asam laktat yang berasosiasi dengan tempoyak (fermented durian). *Indonesian Journal for Microbiology (Jurnal Mikrobiologi.Indonesia)* 10 (1):25-28.
- Yuliana, N., Murhadi dan Zuidar, S.A. (2005). Produksi tempoyak secara terkontrol menggunakan *Pediococcus acidilactici* sebagai starter. Laporan Research Grant TPSDP tahun 2005. Universitas Lampung.
- Yusmairidal, K., Elis, dan Evita. (1998). Penyimpanan tempoyak Jambi dalam beberapa wadah pengemas. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian. Universitas Jambi. Jambi.